

Title	Dosimetric evaluation of the Acuros XB algorithm for a 4 MV photon beam in head and neck intensity-modulated radiation therapy.( Abstract_要旨 )
Author(s)	Hirata, Kimiko
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2017-03-23
URL	<a href="https://doi.org/10.14989/doctor.k20248">https://doi.org/10.14989/doctor.k20248</a>
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

京都大学	博士（医学）	氏 名	平 田 希 美 子
論文題目	Dosimetric evaluation of the Acuros XB algorithm for a 4 MV photon beam in head and neck intensity-modulated radiation therapy (4MV-X線を用いた頭頸部強度変調放射線治療における Acuros XB アルゴリズムの物理的・臨床的線量評価)		
(論文内容の要旨)			
<p>放射線治療計画では、治療体位にて撮影された患者 CT 画像上で体内吸収線量分布を計算し、各臓器に対する線量を評価する。そのため、精度の高い線量分布が要求される。線量分布の計算精度は放射線治療計画装置に搭載されている線量計算アルゴリズムに依存する。新規線量計算アルゴリズムを臨床応用する場合、計算された線量分布の精度検証や臨床評価を含めた詳細な検討が必要となる。近年、線量計算アルゴリズムの精度は目覚ましく向上し、不均質組織の集合体である人体においても、正確に線量分布が計算できるようになってきた。古典的な線量計算アルゴリズムである Pencil beam convolution (PBC)法に対し、より高位の線量計算アルゴリズムである Analytic anisotropic algorithm (AAA)法では、体内の低密度および高密度な領域内部の線量計算精度は向上したが、不均質領域の境界部において線量計算精度が低下することが報告されてきた。さらに、Acuros XB (AXB)法では、PBC 法や AAA 法では扱われていなかった体内臓器の元素組成と質量密度に基づく物質データを線量計算に考慮することで、PBC 法や AAA 法と比してより現実に近い線量分布の計算が可能となった。</p> <p>本研究では、4MV-X 線を用いた頭頸部癌に対する強度変調放射線治療 (intensity-modulated radiotherapy (IMRT))において、上記三種の線量計算アルゴリズムにより計算された線量分布の精度評価と、その臨床的意義を考察した。</p> <p>始めに、人体模擬ファントムを用いて 4MV-X 線の吸収線量を計測し物理的な線量計算精度を検証した。X 線の進行方向の線量分布において、水等価均質ファントムでは、三種とも実測値と 1.5%以内で一致していた。一方、低密度物質を挿入した不均質ファントム内では実測値と比較して、AXB 法では 0.5%以内で一致したが、AAA 法では 2.7%、PBC 法では 3.6%の乖離が見られた。また、高密度物質を挿入した不均質ファントム内では実測値と比較して、AXB 法では 2.5%で一致したが、AAA 法では 4.5%、PBC 法では 4.0%の乖離が見られた。これらの結果から、不均質な領域において AXB 法の線量計算精度が最も高いことを示した。次に、IMRT を用いた中咽頭癌、下咽頭癌、喉頭癌 15 例の臨床例において三種の線量計算アルゴリズムによる線量分布を比較した。下咽頭癌、喉頭癌においては甲状軟骨、輪状軟骨などの腫瘍近傍の軟骨組織は病理的浸潤も考慮した臨床標的体積として重要であるが、これらの軟骨組織は高密度であるため、線量計算の精度が低下する。線量計算精度が最も高い AXB 法に対し、計画標的体積(planning target volume (PTV))の中央線量は AAA 法で 2.1%、PBC 法で 3.7%、過大評価された。PTV 内の軟骨の中央線量は AAA 法で 3.9%、PBC 法で 5.3%過大評価され、軟骨周囲の軟部組織の中央線量は AAA 法で 2.9%、PBC 法で 4.8%、過大評価されることを明らかにした。</p>			

<p>この結果から、IMRT の治療計画で AAA 法や PBC 法を用いる際には、高密度組織に対する実吸収線量は放射線治療計画装置上で示される線量より低いことを念頭に置くべきである。特に下咽頭癌、喉頭癌においては、原発巣近傍の軟骨およびその周囲の線量低下が治療成績低下につながる可能性があるため、より注意深い評価が必要と考えられる。</p> <p>本論文は 4MV-X 線における AXB 法の線量計算精度を評価した最初の論文である。この成果に基づき、当院実臨床の頭頸部癌に対する IMRT の線量処方が変更されたことから、本論文の臨床的意義は大きい。また、頭頸部癌 IMRT における軟骨部分の線量の不確かさを初めて明らかにしたことで、今後の頭頸部癌 IMRT の治療成績向上に寄与することが期待される。</p>
<p>（論文審査の結果の要旨）</p> <p>本研究は、新規線量計算アルゴリズムであるAcuros XB（AXB）法の4MV-X線における物理的線量計算精度検証および頭頸部癌に対する強度変調放射線治療（IMRT）計画における評価を詳細に行い、AXB法を用いることの重要性を明らかにしたものである。</p> <p>初めに、人体模擬ファントムを用いた物理的検証において、均質、不均質領域におけるAXB法の線量計算精度が、従来の計算アルゴリズム（PBC法、AAA法）と比し最も高いことを明らかにした。</p> <p>次に、4MV-X 線を用いた IMRT を施行した頭頸部癌の臨床例において、前述した三種の線量計算アルゴリズムの線量分布を比較し、AXB 法に対して、計画標的体積の中央線量が AAA 法で 2.1%、PBC 法で 3.7%過大評価され、特に軟骨領域では、中央線量が AAA 法で 3.9%、PBC 法で 5.3%過大評価されることを発見した。すなわち、従来の計算アルゴリズムを用いた治療計画では、患者体内の実吸収線量が治療計画装置上で示される計算線量より低く、特に原発巣近傍の軟骨の実吸収線量低下が顕著であったことを意味する。したがって、投与線量と局所制御や晩期障害との関連性に関する研究は、AXB 法を用いて解析する必要があると考えられた。</p> <p>以上の研究は、世界で初めて 4MV-X 線での AXB 法の物理的線量計算精度とその臨床的意義を解明し、今後の頭頸部癌放射線治療の発展に寄与するところが大きい。</p>
<p>したがって、本論文は博士（ 医学 ）の学位論文として価値あるものと認める。</p> <p>なお、本学位授与申請者は、平成 29 年 1 月 25 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。</p>
要旨公開可能日： 年 月 日以降